

BEST AVAILABLE COPY

10 1.725, 215-
65933-058
~~10 1.725, 215-~~
August 02, 2004

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

McDermott Will & Emery LLP

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 2 月 2 7 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 8 0 0 9 9
Application Number:
[J P 2 0 0 2 - 3 8 0 0 9 9]
ST. 10/C] :

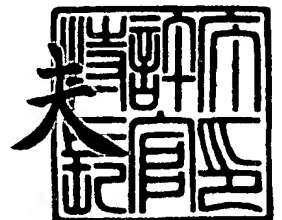
願 人 三 洋 電 機 株 式 会 社
Applicant(s):

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2 0 0 3 年 1 1 月 1 7 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 NRG1020114

【提出日】 平成14年12月27日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01M 8/02
H01M 8/10

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三洋電機株式会社
社内

【氏名】 吉本 保則

【特許出願人】

【識別番号】 000001889

【氏名又は名称】 三洋電機株式会社

【代理人】

【識別番号】 100105924

【弁理士】

【氏名又は名称】 森下 賢樹

【電話番号】 03-3461-3687

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 091329

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 燃料電池用セパレータおよびこれを用いた燃料電池

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 燃料電池スタックを構成する単セル間の隔壁をなし、前記燃料電池スタックの積層方向に、燃料ガス、空気または冷却水を供給する供給流路を形成する複数の開口部が設けられた燃料電池用セパレータであって、
前記複数の開口部のうちいずれかと連通する供給マニホールドと、
前記供給マニホールドと連通し、略平行に延在形成された複数の流路と、
を備えることを特徴とする燃料電池用セパレータ。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の燃料電池用セパレータにおいて、前記流路の端部全面に前記供給マニホールドが形成されていることを特徴とする燃料電池用セパレータ。

【請求項 3】 請求項 1 または 2 に記載の燃料電池用セパレータにおいて、前記供給マニホールドの上面を被覆する被覆板が設けられ、前記被覆板の底部と前記供給マニホールドの底部との間隔が、前記流路の深さと略等しいことを特徴とする燃料電池用セパレータ。

【請求項 4】 燃料電池スタックを構成する単セル間の隔壁をなし、前記燃料電池スタックの積層方向に、燃料ガス、空気または冷却水を供給する供給流路を形成する複数の開口部が設けられた燃料電池用セパレータであって、
前記複数の開口部のうちいずれかと連通する供給マニホールドと、
前記供給マニホールドと連通し、略平行に延在形成された複数の流路と、
前記供給マニホールドに連通しない前記開口部のうちいずれかに連通し、かつ前記流路に連通する排出マニホールドと、
を備えることを特徴とする燃料電池用セパレータ。

【請求項 5】 請求項 4 に記載の燃料電池用セパレータにおいて、前記供給マニホールドおよび前記排出マニホールドに上面を被覆する被覆板が設けられ、前記被覆板の材料が前記供給マニホールドと前記排出マニホールドとで異なることを特徴とする燃料電池用セパレータ。

【請求項 6】 請求項 1 乃至 5 いずれかに記載の燃料電池用セパレータにお

いて、表面がガスシール材で被覆されたことを特徴とする燃料電池用セパレータ。

【請求項 7】 請求項 1 乃至 6 いずれかに記載の燃料電池用セパレータにおいて、前記供給マニホールドに流路抵抗調整部材を設けたことを特徴とする燃料電池用セパレータ。

【請求項 8】 電極および該電極に挟持された電解質を有する燃料電池用セルが、請求項 1 乃至 7 いずれかに記載の燃料電池用セパレータを介して複数個積層されていることを特徴とする燃料電池。

【請求項 9】 請求項 8 に記載の燃料電池において、前記燃料電池用セパレータの流路が鉛直方向に設けられ、前記流路の上部に前記供給マニホールドが形成され、前記流路の下部に前記排出マニホールドが形成されていることを特徴とする燃料電池。

【請求項 10】 請求項 8 または 9 に記載の燃料電池において、供給マニホールドに連通する前記開口部から前記供給マニホールドに向かって前記燃料電池の上方に傾斜した接続流路が設けられていることを特徴とする燃料電池。

【請求項 11】 請求項 8 乃至 10 いずれかに記載の燃料電池において、排出マニホールドに連通する前記開口部から前記供給マニホールドに向かって前記燃料電池の下方に傾斜した接続流路が設けられていることを特徴とする燃料電池。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、燃料電池用セパレータおよびこれを用いた燃料電池に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、エネルギー変換効率が高く、かつ、発電反応により有害物質を発生しない燃料電池が注目を浴びている。こうした燃料電池の一つとして、100℃以下の低温で作動する固体高分子型燃料電池が知られている。

【0003】

固体高分子型燃料電池は、電解質膜である固体高分子膜を燃料極と空気極との間に配した基本構造を有し、燃料極に水素を含む燃料ガス、空気極に酸素を含む酸化剤ガスを供給し、以下の電気化学反応により発電する装置である。

燃料極： $\text{H}_2 \rightarrow 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$ (1)

空気極： $\frac{1}{2}\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ (2)

【0004】

固体高分子型燃料電池では、固体高分子電解質膜を湿潤状態にすることにより水素イオンの伝導性が発揮されるため、燃料ガスおよび酸化剤ガス（以下、「反応ガス」とも呼ぶ。）は通常加湿されて供給される。

【0005】

燃料極においては、供給された燃料中に含まれる水素が上記式（1）に示されるように水素イオンと電子に分解される。このうち水素イオンは固体高分子電解質膜の内部を空気極に向かって移動し、電子は外部回路を通過して空気極に移動する。一方、空気極においては、空気極に供給された酸化剤ガスに含まれる酸素が燃料極から移動してきた水素イオンおよび電子と反応し、上記式（2）に示されるように水が生成する。このように、外部回路では燃料極から空気極に向かって電子が移動するため、電力が取り出される。

【0006】

また、燃料極および空気極の外側にはセパレータが設けられる。燃料極側のセパレータには燃料ガス流路が設けられており、燃料極に燃料ガスが供給される。同様に、空気極側のセパレータにも酸化剤ガス流路が設けられ、空気極に酸化剤ガスが供給される。また、これらのセパレータ間には、電極を冷却するための冷却水の流路が設けられる。

【0007】

ここで、燃料電池を家庭に普及させるためには、小型、軽量でかつ出力特性および安全性が高いことが求められる。そこで、燃料電池用セパレータについても、燃料電池の小型軽量化し、優れた特性を発揮させるための検討がなされている（特許文献1）。

【0008】

しかしながら、特許文献 1 に記載のセパレータは、燃料電池内において上記（2）式の反応や、加湿された反応ガスの凝縮により生じる水の燃料電池外部への排出に適した設計となっていなかった。反応ガスの流路内に水が堆積すると、反応ガスの流通が阻害される。このため、電極への反応ガス供給量が不足し、燃料電池の運転が不安定化してしまうことがあった。

【0 0 0 9】

また、動作している燃料電池内部の環境は、非常に強い酸性状態となる。燃料電池の内部環境を酸性化する要因としては、主として 2 つ考えられる。燃料電池（例えば固体高分子型燃料電池）では、電解質膜の表面に、白金や白金合金などを備える触媒層が設けられており、通常この触媒層には、上記触媒層を形成するための材料として用いた白金の硫酸塩などが残留している。従って、燃料電池の動作を開始すると、残留していた白金塩が、燃料電池内のガス流路に生じた生成水中に溶出して、燃料電池の内部環境を酸性化する。また、固体高分子型燃料電池が備える固体高分子電解質膜は、プロトン伝導性を実現する官能基としてスルホン酸基を備えているが、この固体高分子電解質膜は、燃料電池が発電を行うのに伴ってスルホン酸基の部分でごく微量ずつ徐々に分解して硫酸を生じ、燃料電池の内部環境を酸性化する。

【0 0 1 0】

このように白金塩の溶出やスルホン酸基の分解が起こると、燃料電池の内部環境は pH 2 程度になるといわれており、このような強い酸性条件下では、長時間燃料電池の運転を行う間には、イオン化傾向の小さな銀を用いてガスセパレータの被覆を行う場合であっても、耐食性が不十分となるおそれがあった。ガスセパレータの表面が腐食すると、ガスセパレータを構成する金属のイオンが溶出する。このように、ガスセパレータから金属イオン（銀、あるいは銀で被覆したガスセパレータの基板部を構成する金属のイオン）が溶出して、ごく微量であってもこの金属イオンが固体高分子電解質膜中に混入すると、電解質膜が備えるイオン交換基（スルホン酸基）に上記金属イオンが引き寄せられて、固体高分子電解質膜のプロトン伝導性を損なうことになり、燃料電池の性能を維持していく上で望ましくない。したがって、より耐食性に優れた燃料電池用ガスセパレータが望ま

れていた。

【0011】

【特許文献1】

特開2001-43868号公報

【0012】

【発明が解決しようとする課題】

このように、従来の燃料電池用セパレータは、小型軽量でかつ出力特性の高い燃料電池を実現するものとして充分とはいえなかった。

【0013】

本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、燃料、空気、または冷却水が均等に効率よく供給される燃料電池用セパレータを提供することにある。また、本発明の別の目的は、燃料または空気中の凝縮水を燃料電池の単位セル中から効率よく排除する燃料電池用セパレータを提供することにある。また、本発明のさらに別の目的は、耐食性に優れた燃料電池用セパレータを提供することにある。また、本発明のまた別の目的は、出力特性および安定性にすぐれた燃料電池を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】

本発明によれば、燃料電池スタックを構成する単セル間の隔壁をなし、前記燃料電池スタックの積層方向に、燃料ガス、空気または冷却水を供給する供給流路を形成する複数の開口部が設けられた燃料電池用セパレータであって、前記複数の開口部のうちいずれかと連通する供給マニホールドと、前記供給マニホールドと連通し、略平行に延在形成された複数の流路と、を備えることを特徴とする燃料電池用セパレータが提供される。

【0015】

本発明に係る燃料電池用セパレータは、燃料電池スタックの積層方向に、燃料ガス、空気または冷却水を供給する供給流路を形成する複数の開口部が設けられている。そして、開口部と連通する供給マニホールドが形成されている。このため、開口部から供給マニホールドを通じて燃料ガス、空気、または冷却水の供給

を限られたスペースの中で効率よく行うことができる。

【0016】

本発明の燃料電池用セパレータにおいて、前記流路の端部全面に前記供給マニホールドが形成されていること構成とすることができる。こうすることにより、平行に形成されたすべての流路の一端が供給マニホールドと直接連通した構成とすることができる。したがって、燃料ガス、空気、または冷却水の流路への供給をさらに効率よく行うことができる。

【0017】

本発明に係る燃料電池用セパレータにおいて、前記供給マニホールドの上面を被覆する被覆板が設けられ、前記被覆板の底部と前記供給マニホールドの底部との間隔が、前記流路の深さと略等しい構成とすることができる。こうすることにより、供給マニホールドの上部が平坦な被覆板で被覆される。このため、触媒電極－固体高分子電解質膜複合体と積層して燃料電池スタックを形成する際に、触媒電極－固体高分子電解質膜複合体を挟持するセパレータの表面が平坦となるため、燃料電池スタックの製造安定性、歩留まりを向上させることができる。

【0018】

本発明によれば、燃料電池スタックを構成する単セル間の隔壁をなし、前記燃料電池スタックの積層方向に、燃料ガス、空気または冷却水を供給する供給流路を形成する複数の開口部が設けられた燃料電池用セパレータであって、前記複数の開口部のうちいずれかと連通する供給マニホールドと、前記供給マニホールドと連通し、略平行に延在形成された複数の流路と、前記供給マニホールドに連通しない前記開口部のうちいずれかに連通し、かつ前記流路に連通する排出マニホールドと、を備えることを特徴とする燃料電池用セパレータが提供される。

【0019】

本発明に係る燃料電池用セパレータにおいては、供給マニホールドだけでなく、排出マニホールドも設けられている。このため、流路を通過した燃料ガス、空気、または冷却水は、排出マニホールドから開口部を通じて電池外部に効率よく排出することができる。

【0020】

本発明に係る燃料電池用セパレータにおいて、前記供給マニホールドおよび前記排出マニホールドに上面を被覆する被覆板が設けられ、前記被覆板の材料が前記供給マニホールドと前記排出マニホールドとで異なる構成とすることができる。

【0021】

こうすることにより、供給マニホールドおよび排出マニホールドの上部が平坦な被覆板で被覆される。このため、触媒電極－固体高分子電解質膜複合体と積層して燃料電池スタックを形成する際に、触媒電極－固体高分子電解質膜複合体を挟持するセパレータの表面がさらに平坦となるため、燃料電池スタックの製造安定性、歩留まりをより一層向上させることができる。また、供給マニホールドの上部と排出マニホールドの上部に異なる材質の被覆板を用いることにより、燃料電池の優れた特性を確保し、かつ製造コストを低減することが可能となる。なぜなら、供給マニホールド上部に耐食性に極めて優れた被覆板を用い、かつ、排出マニホールド上部には、適度な耐食性を有する被覆板を用いることが可能となるからである。

【0022】

本発明の燃料電池用セパレータの表面はガスシール材で被覆された構成とすることができる。こうすることにより、燃料電池スタックを形成した際に隣接するセパレータとの間の密着性を向上させることができる。このため、セパレータ間の燃料ガス、空気、冷却水等の漏れを抑制し、燃料電池が高出力を安定的に発揮することが可能となる。

【0023】

本発明の燃料電池用セパレータにおいて、前記供給マニホールドに流路抵抗調整部材を設けた構成とすることができる。流路抵抗調整部材とは、供給マニホールドから流路に燃料ガス、空気、または冷却水が導入される際の圧力損失を調整する部材を指す。こうすることにより、燃料電池の流路の上流側に抵抗を生じさせ、これを確実に調節することができる。このため、燃料ガス、空気、または冷却水の分配が均一化されるため、より一層効率よく流路に導入することが可能となる。また、抵抗を調節することができるため、流路中に生じた水を流路外部に

確実に排出することが可能となる。たとえば、前記流路抵抗調整部材として、流路の断面積より小さい開口面積を有するノズルが各流路に内挿された構成とすることができる。

【0024】

本発明によれば、電極および該電極に挟持された電解質を有する燃料電池用セルが、前記燃料電池用セパレータを介して複数個積層されていることを特徴とする燃料電池が提供される。

【0025】

本発明に係る燃料電池においては、前記燃料電池用セパレータが用いられているため、燃料ガス、空気、または水の供給、排出を効率よく行うことができる。流路に生じた水を燃料電池外部に効率よく排出することができる。さらに、燃料電池用セパレータには、耐食性にすぐれた被覆板が用いられている。したがって、高い出力を安定的に発揮することができる。

【0026】

本発明の燃料電池において、前記燃料電池用セパレータの流路が鉛直方向に設けられ、前記流路の上部に前記供給マニホールドが形成され、前記流路の下部に前記排出マニホールドが形成されている構成とすることができる。こうすることにより、燃料電池を直立させた状態で反応ガスまたは冷却水を上下方向に流すことができるため、簡便である。

【0027】

本発明の燃料電池において、供給マニホールドに連通する前記開口部から前記供給マニホールドに向かって前記燃料電池の上方に傾斜した接続流路が設けられている構成とすることができる。こうすることにより、燃料ガスまたは空気を開口部から供給マニホールドに導入する際に、開口部に凝縮水が生じている場合であっても、気体のみを確実に効率よく供給マニホールドに導入することができる。

【0028】

本発明の燃料電池において、排出マニホールドに連通する前記開口部から前記供給マニホールドに向かって前記燃料電池の下方に傾斜した接続流路が設けられ

ている構成とすることができる。こうすることにより、燃料ガスまたは空気を排出マニホールドから開口部へと排出する際に、排出マニホールドに生じた凝縮水を確実に排出、除去することができる。

【0029】

なお、以上の構成要素の任意の組合せ、本発明の表現を方法、装置などの間で変換したものもまた、本発明の態様として有効である。

【0030】

【発明の実施の形態】

以下、燃料流路の形成された燃料電池用セパレータ、空気流路の形成された燃料電池用セパレータ、および燃料電池について、互いに略平行な複数の流路が一直線状に形成されている場合を例に、好ましい実施の形態について説明する。このとき、燃料流路の裏面に冷却水流路が形成されている構成を例に説明する。

【0031】

(第1の実施の形態)

本実施の形態は、一方の面に燃料の流路、他方の面に冷却水の流路が設けられた燃料電池用セパレータに関する。図1は、本実施形態に係る燃料電池用セパレータの基板103の構成を示す図である。基板103は、矩形の長手方向の両端が短手方向に突出した形状、すなわち短手方向を縦に見てH型の形状である。基板103の一方の面には図1(a)に示されるように燃料の流路が設けられ、他方の面には図1(b)に示されるように冷却水の流路が設けられている。以下、それぞれの面について詳細に説明する。

【0032】

図1(a)は、燃料の流路が設けられた側の基板103表面を示す図である。燃料は、燃料供給用第1マニホールド107から燃料導入流路125を経由して燃料供給用第2マニホールド115に至り、燃料供給用第2マニホールド115からノズル141を通して燃料流路105に供給される。そして、燃料流路105を通過した燃料は、燃料排出用第2マニホールド117から燃料排出流路127を通して燃料排出用第1マニホールド109に至り、基板103外部に排出される。

【0033】

また図1(b)は、基板103表面のうち、冷却水の流路が設けられた側の表面を示す図である。冷却水は、冷却水供給用第1マニホールド111から冷却水導入流路129を経由して冷却水供給用第2マニホールド119に至り、冷却水供給用第2マニホールド119から冷却水流路106に供給される。そして、冷却水流路106を通過した燃料は、冷却水排出用第2マニホールド121から冷却水排出流路131を通して冷却水排出用第1マニホールド113に至り、基板103外部に排出される。

【0034】

図1に示されるように、燃料供給用第2マニホールド115および冷却水供給用第2マニホールド119は、略矩形の形状となっており、基板103において燃料供給用第2マニホールド115および冷却水供給用第2マニホールド119の短辺の外側に燃料および水を供給または排出するための第1マニホールドが形成されている。また、長辺の外側には、第3の実施の形態で後述するように、空気の供給または排出用の第1マニホールドが形成される。燃料供給用第2マニホールド115、冷却水供給用第2マニホールド119、冷却水排出用第2マニホールド121には、突起123が設けられている。

【0035】

また、第1マニホールド中の燃料ガスまたは冷却水の流れの方向と、第2マニホールド中の燃料ガスまたは冷却水の流れの方向が直交する構成となっている。さらに、第2マニホールド中の燃料ガスまたは冷却水の流れの方向と、燃料流路105または冷却水流路106中の流れの方向も直交するようになっている。第1のマニホールドと流路との間に第2のマニホールドを設け、燃料ガスまたは冷却水の流れの方向をこのようにすることにより、限られたスペースの中で効率よく燃料および冷却水を供給することが可能となる。

【0036】

ここで、燃料流路105または冷却水流路106は、矩形の領域に並行するように設けられている。燃料流路105または冷却水流路106が形成された矩形の辺の比は、短手方向対長手方向がたとえば1対1.5～1対6程度、好ましく

はたとえば1対2～1対4程度とすることができる。この理由は以下の通りである。

【0037】

すなわち、限られたセパレータの大きさの中で、セパレータに供給される燃料ガスを効率よく反応に寄与させるためには、流路数を少なくし、流路を流れる燃料ガスの流速を大きくすることが好ましい。また、流路内に滞留する凝縮水を吹き飛ばし、排出する効果という観点でも、流速が大きいことが好ましい。

【0038】

一方、流路の形成された矩形の辺について、流路の長さ方向の辺が流路の幅方向の辺に対して長すぎると、面内に温度分布が生じやすく、電極における反応効率が低下する。したがって、これらを考慮し、適度な流速で、適度な面積の流路を確保する必要がある。

【0039】

さらに、冷却水については、燃料流路105の上流がより高温となるため、燃料流路105の上流から下流に向かって流すことが好ましい。

【0040】

以上をふまえて本発明者が検討した結果、上述の辺の比とすることにより、発電効率の高い燃料電池が実現できることが明らかになった。

【0041】

なお、冷却水流路においては、断面積が小さい方が気泡の排出効率が高く、大きいほど流れる水の受ける抵抗が小さいため、これらのかねあいから燃料流路105の構成を設計することができる。

【0042】

さらに、燃料供給用第2マニホールド115と燃料流路105との間には、ノズル141が設けられている。ノズル141を設けることにより、燃料流路105の入り口領域に抵抗が発生する。図10は、ノズル141の構成を示す図である。図10(a)は平面図、図10(b)は正面図を示している。ノズル141は、薄板状の基部301と、基部301の一端には、所定の間隔で突出片303がほぼ櫛歯状に並設されている。そして基部301の他端には各突出片303を

貫通するノズル孔 305 が設けられている。

【0043】

ノズル 141 は燃料供給用第 2 マニホールド 115 に連通する大きさに設定される。また燃料供給用第 2 マニホールド 115 に設置した際のノズル 141 上面が、基板 103 表面と略等しくなるように厚さが設定される。ノズル孔 305 が燃料流路 105 の各流路内にそれぞれ挿入され、その際にノズル孔 305 を通じて燃料供給用第 2 マニホールド 115 と燃料流路 105 とが連通するようにする。このとき、ノズル孔 305 の直径は、入口側すなわち燃料供給用第 2 マニホールド 115 側をたとえば 0.25 mm とすることができる。こうすると、燃料流路 105 の上流に圧力損失を発生させて、凝縮水を除去することができる。

【0044】

このとき、各流路における圧力損失が均一になるように、形状が選定され設定されているので、1 本当りの流路を流れる燃料ガス量が均一化される。また、燃料流路 105 における水分コントロールが良好に行われ、固体高分子電解質膜のドライアップや凝縮生成された水滴による流路の閉塞などが防止される。このため、電極における電気化学反応が安定し均一化され、全域において良好な電気化学反応が行われ、燃料電池の出力が向上する。

【0045】

ノズル 141 の材料としては、たとえば樹脂を用いることができる。このとき、成形時の流動性が良好で仕上がり寸法精度が高く、やや可撓性があり、熱伝導性に優れる材料を用いることが好ましく、たとえばポリアセタール、ポリメチルペンテン、ポリフェニレンエーテル、ポリフェニレンスルファイド、液晶ポリマー等を用いて一体成形することができる。

【0046】

次に、図 2 は、基板 103 に金クラッド板 143 および SUS 板 145 を配設した燃料極側セパレータ 101 を示す図である。図 2 (a) および図 2 (b) は、それぞれ図 1 (a) および図 1 (b) の面にそれぞれ対応している。図 2 (a) に示されるように、燃料供給用第 2 マニホールド 115 および燃料導入流路 125 には金クラッド板 143 が設けられる。また、燃料排出用第 2 マニホールド

117 および燃料排出流路 127 には SUS 板 145 が設けられる。

【0047】

このように、燃料極側セパレータ 101 においては、燃料の供給側、すなわち燃料流路 105 より上流側には金クラッド板 143 を用い、燃料流路 105 より下流側には SUS 板 145 を用いている。金クラッド板 143 および SUS 板 145 を設けることにより、後述するスタックを形成する際に、固体高分子電解質膜をシールする表面を平滑面とすることができる。すなわち、スタックを形成する際には、セルを構成する固体高分子電解質膜の端辺をシールし、セパレータと接合する。

【0048】

固体高分子電解質膜を第 2 のマニホールド上に直接シールした場合、段差を有する基板 103 表面と接合することになるが、金クラッド板 143 または SUS 板 145 を設け、この表面に接合することにより、シールの確実性、信頼性が向上する。そして、高価な金クラッド板 143 を燃料流路 105 の上流側に用いることにより、固体高分子電解質膜内に金属イオンが混入することが抑制される。また、下流側では安価な SUS 板 145 を用いてコストを削減することができる。このため、出力特性に優れた燃料電池を低コストで製造することが可能となる。

【0049】

また、燃料流路 105 と燃料供給用燃料供給用第 1 マニホールド 107 とを連通させる燃料導入流路 125 および燃料供給用第 2 マニホールド 115、または燃料流路 105 と燃料排出用第 1 マニホールド 109 とを連通させる燃料排出用第 2 マニホールド 117 および燃料排出流路 127 については、基板 103 に段差を設け、燃料流路 105 よりも深くすることが好ましい。

【0050】

この様子を、燃料排出側を例に、図 9 を用いて説明する。図 9 は、図 1 の燃料電池用セパレータの構成を説明するための図である。図 9 においては、燃料流路 105 から燃料排出用第 2 マニホールド 117 に向かう方向の基板 103 の断面が示されている。図 9 に示されるように、燃料排出用第 2 マニホールド 117 に

は金クラッド板 143 が設置されるため、金クラッド板 143 の底部の位置から燃料排出用第 2 マニホールド 117 の底部までの深さが燃料流路 105 の深さ a に等しくなるよう、流路が段差を有する構成とする。こうすることにより、燃料排出用第 2 マニホールド 117 における燃料流路の深さを燃料流路 105 の深さと同程度とすることができる。こうすることにより、燃料ガスの供給量を増加させることが可能となる。なお、燃料の供給側についても同様に設計することができる。

【0051】

また、図 1 (a) および図 2 (a) において、燃料供給用第 1 マニホールド 107 と燃料供給用第 2 マニホールド 115 とを連通させる燃料導入流路 125 は、燃料流路 105 の形成方向に対して垂直ではなく、斜めに連結されている。このような構成とすることにより、燃料供給用第 1 マニホールド 107 から加湿された燃料ガスが供給された場合に、燃料導入流路 125 における凝縮水の滞留が抑制される。また燃料排出流路 127 においては、逆に燃料流路 105 から燃料排出流路 127 へと導入された燃料ガスに含まれる凝縮水をより速やかに効率よく燃料排出用第 1 マニホールド 109 へと導き、電池外部へと排出させることができる構成となっている。

【0052】

次に、図 1 (b) および図 2 (b) に示されるように、冷却水流路 106 の周囲は、基板 103 表面にはシール材 133 が貼り付けられている。またシール材 133 は、二本線状のビード 135 を有する。ビード 135 を形成することにより、隣接する基板 103 間の密着性が良好なものとなる。このため、本実施の形態に係るセパレータは積層してスタックを形成した際に、他のセパレータとの密着性が良好であり、ガスや水の漏出を好適に抑制することができる。シール材としては、たとえば EPDM (エチレン・プロピレン・ジエン・ゴム) やシリコンゴムを用いることができる。

【0053】

なお、ビード 135 の方向が変化する角部においては、角を除去する R 加工がされているが、突出部直交部 139 においては第 2 の実施の形態で後述するビー

ド165と形状を合わせてシールを補強することを目的とするため、R加工がされずにビード135同士が直交する形態となっている。このような構成とすることにより、冷却水流路106外周のビード135が補強され、セパレータ同士の密着性をより確実なものとすることができる。

【0054】

また、基板103上部には、上面シール部137が設けられている。上面シール部137を設けることにより、本実施の形態に係るセパレータは、突出部163が上部となるように直立させ、積層した際に、燃料極側セパレータ101間の空隙から空気や凝縮水が電池外部へと漏洩することが抑制されている。

【0055】

次に、基板103の製造方法について説明する。図11は、燃料電池用セパレータの製造方法を説明するための図である。

【0056】

基板103は、カーボン粉末と熱硬化性樹脂粉末との混合物から成形することができる。このとき、樹脂粉末が結着剤となるため、成形が容易であり、安価なプレートが得られる。カーボン粉末と熱硬化性樹脂粉末との配合比は、たとえば重量比で6:4~19:1程度とすることができる。

【0057】

図11(a)は基板103の製造工程を、(b)はその製造の様子を説明する説明図である。図11における「セパレータ」が基板103に対応している。図11(a)に示されるように、まず、黒鉛粉末と熱硬化性樹脂とを均一に混合し調整して所定のコンパウンドを作成する(S100)。ついで、このコンパウンドに2~10MPaの範囲の面圧を加えて、予め最終成形形状に近似する形状に冷間成形する(S101)。続いて、その予備成形体を図11(b)に示すように、所定の最終形状を持つ金型261内に充填する(S102)。この状態で、金型261を150~170℃に加熱昇温するとともに、プレス(不図示)を動作させる。このとき、図11(b)に示されるように、矢印f方向から10~100MPa、好ましくは、20~50MPaの範囲の面圧を加えることにより(S103)、金型261の形状に応じた最終形状のセパレータ263が製造さ

れる (S104)。

このようにして製造されるセパレータ263においては、コンパウンドを最終形状に近似する形状に予備成形した上、その予備成形体を金型261に充填し150～170℃に加熱昇温しながら、10～100MPa（好ましくは、20～50MPa）の高い成形面圧を加えることで、熱硬化性樹脂が溶解するとともに熱硬化反応が起こり、成形体密度が大きい所定形状のセパレータ263を均質に成形することができる。

【0058】

（第2の実施の形態）

本実施の形態は、一方の面に空気流路が設けられた燃料電池用セパレータに関する。図3は、本実施形態に係る燃料電池用セパレータの基板149の構成を示す図である。基板149は、第1の実施の形態に記載の基板103と同一の形状である。そこで、以下の説明は、基板103と異なる構成の部分を中心に行う。基板149の一方の面には図3（b）に示されるように空気の流路が設けられ、他方の面は図3（a）に示されるように平滑面となっている。

【0059】

基板149についても第1の実施の形態と同様に、燃料供給用第1マニホールド107、燃料排出用第1マニホールド109、冷却水供給用第1マニホールド111、冷却水排出用第1マニホールド113が形成されており、燃料または冷却水の通過経路が確保されている。

【0060】

図3（b）に示されるように、空気の流路が形成された面においては、空気供給用第1マニホールド167に供給された空気は空気導入流路159から空気供給用第2マニホールド155を経由して空気流路153に至る。そして、空気流路153を通過した空気は、空気排出用第2マニホールド157から空気排出用第1マニホールド169に至り、基板149外部に排出される。空気流路153は、基板149のほぼ中央に矩形の領域として形成されている。

【0061】

また、図4は、基板149に金クラッド板143およびSUS板145を配設

した空気極側セパレータ 147 を示す図である。図 4 (a) および図 4 (b) は、それぞれ図 3 (a) および図 3 (b) の面にそれぞれ対応している。なお、図 4 (b) においては、シール材 151 は図示していない。空気極側セパレータ 147 においても、燃料極側セパレータ 101 と同様に、空気流路 153 の上流には金クラッド板 143 を用い、下流には SUS 板 145 を用いているため、空気流路 153 への不純物の混入が抑制されるとともに、コストを低下させることができる。

【0062】

また、空気供給用第 2 マニホールド 155 と空気流路 153 との間には、ノズル 141 が設けられており、空気流路 153 内の凝縮水を排出するための圧力が確保されるため、空気流路 153 内に均一に空気が供給される。

【0063】

また、第 1 の実施の形態と同様に、空気供給用第 2 マニホールド 155 とノズル 141 または空気導入流路 159 における流路の深さが等しくなるように段差を形成することにより、空気の供給をさらに効率よく行うことができる。

【0064】

なお、空気極側セパレータ 147 においても、基板 149 の空気流路 153 形成領域周辺にシール材 151 が被覆されているため、ビード 165 により空気極側セパレータ 147 を積層した際の密着性が確保されている。

【0065】

さらに、空気極側セパレータ 147 には電圧測定端子挿入部 161 が形成されている。このため、電圧測定端子挿入部 161 に電圧測定端子を挿入することによって、所定のセル間の出力をチェックすることが可能となる。

【0066】

なお、本実施の形態の空気極側セパレータ 147 は、第 1 の実施の形態と同様にして作製することができる。

【0067】

(第 3 の実施の形態)

本実施の形態は、第 1 および第 2 の実施の形態に記載の燃料電池用セパレータ

を用いた燃料電池に関する。図7は、本実施の形態に係る燃料電池の構成を示す斜視図である。また図6は、図7に示される燃料電池のセル積層体215の構成を説明するための図である。

【0068】

図7に示されるように、燃料電池225には、セル積層体215を中心に、外側に向かって順次それぞれ一对の集電板207、インシュレータ201、エンドプレート213が設けられ、最も外側にはタイプレート217が配置される。ここで、集電板207を設けることにより、セル積層体215で発電した電気を外部に取り出すことができる。また、エンドプレート213を設けることにより、セル積層体215を構成する各プレートの面内に均一な圧縮加重を加えることができる。

【0069】

セル積層体215をはさむタイプレート217は、片側に2枚ずつ配置されている。タイプレート217には、両端にネジ部223が設けられたタイロッド221が貫通し、ナット219によって締め付けられる。こうすることにより、セル積層体215、集電板207、インシュレータ201、およびエンドプレート213が圧縮加重を印加された状態で一体化される。なお、インシュレータ201は絶縁性および燃料電池の運転温度に対する耐熱性を有する物質から選択することができ、たとえばPPS（ポリフェニレンスルファイド）などを用いることができる。

【0070】

なお、セル積層体215の上下には、二つの外部マニホールド、すなわち空気供給用第1マニホールド167および空気排出用第1マニホールド169が設けられ、空気の供給および排出が行われる。また、燃料電池225の周囲には断熱材（不図示）が設けられる。空気供給用第1マニホールド167は、セル積層体215の上面に流動性を有するシーラントを塗布することにより接合される。シーラントの材料は、燃料電池の運転温度に対する耐熱性を充分有する物質であれば特に制限はないが、たとえばシリコン系のシーラントを用いることができる。

【0071】

次に、図6を用いてセル積層体215の構成について説明する。図6(a)は、図7のセル積層体215の構成を示す斜視図である。また図6(b)は、図6(a)に示される各プレートの裏面を示す図である。図6では、積層例として2セル構造の場合を示している。セル50の燃料極側に燃料極側セパレータ101、空気極側に空気極側セパレータ147を配設し、これを1セットとし、所定の数だけ積層する。得られたセル積層体215の両端にはインシュレータ201およびエンドプレート213(図6では不図示)が外側に向かってこの順に設けられる。また、インシュレータ201に隣接する燃料極側セパレータには、燃料極側セパレータ101にかわり、冷却水流路の設けられていない燃料極側セパレータ171を用いてもよい。

【0072】

図5は、インシュレータ201およびエンドプレート213の構成を示す図である。図5(a)に示されるように、インシュレータ201においては、基板203に燃料供給用第1マニホールド107、燃料排出用第1マニホールド109、冷却水供給用第1マニホールド111、冷却水排出用第1マニホールド113、突出部163が形成されており、片面にシール材(不図示)が設けられ、ビード205が形成されている。また、基板203の長手方向の辺から突出する集電板207が設けられており、電力を取り出すことができるようになっている。

【0073】

また、図5(b)に示すように、エンドプレート209についても同様に、基板211上に燃料供給用第1マニホールド107、燃料排出用第1マニホールド109、冷却水供給用第1マニホールド111、冷却水排出用第1マニホールド113、突出部163、ビード205が形成されている。

【0074】

次に、セル50の構成について説明する。図8は、セパレータに挟持されたセル50の断面構造を模式的に示す図である。セル50の両側には燃料極側セパレータ101および空気極側セパレータ147が設けられる。セル50は、固体高分子電解質膜20、燃料極22および空気極24とを有する。燃料極22は、積層した触媒層26およびガス拡散層28を有し、同様に空気極24も、積層した

触媒層 30 およびガス拡散層 32 を有する。燃料極 22 の触媒層 26 と空気極 24 の触媒層 30 は、固体高分子電解質膜 20 を挟んで対向するように設けられる。

【0075】

燃料極側セパレータ 101 にはガス流路 38 が設けられており、このガス流路 38 を通じてセル 50 に燃料ガスが供給される。同様に、空気極側セパレータ 147 にもガス流路 40 が設けられ、このガス流路 40 を通じてセル 50 に酸化剤ガスが供給される。具体的には、燃料電池 225 の運転時、ガス流路 38 から燃料極 22 に燃料ガス、例えば水素ガスが供給され、ガス流路 40 から空気極 24 に酸化剤ガス、例えば空気が供給される。

【0076】

固体高分子電解質膜 20 は、燃料極 22 および空気極 24 の間でプロトンを移動させるイオン交換膜として機能するため、湿潤状態において良好なイオン伝導性を示すことが好ましい。固体高分子電解質膜 20 は、含フッ素重合体や非フッ素重合体等の固体高分子材料によって形成され、例えば、スルホン酸型パーフルオロカーボン重合体、ポリサルホン樹脂、ホスホン酸基又はカルボン酸基を有するパーフルオロカーボン重合体等を用いることができる。スルホン酸型パーフルオロカーボン重合体の例として、ナフィオン（デュポン社製：登録商標）112 などがあげられる。また、非フッ素重合体の例として、スルホン化された、芳香族ポリエーテルエーテルケトン、ポリスルホンなどがあげられる。

【0077】

燃料極 22 における触媒層 26 および空気極 24 における触媒層 30 は、多孔膜であり、イオン交換樹脂と、触媒を担持した炭素粒子とから構成されるのが好ましい。担持される触媒には、例えば白金、ルテニウム、ロジウムなどの 1 種または 2 種以上を混合したものをを用いる。また触媒を担持する炭素粒子には、アセチレンブラック、ケッチェンブラック、カーボンナノチューブなどがある。

【0078】

イオン交換樹脂は、触媒を担持した炭素粒子と固体高分子電解質膜 20 を接続し、両者間においてプロトンを伝導する役割を持つ。イオン交換樹脂は、固体高

分子電解質膜 20 と同様の高分子材料から形成されてよい。

【0079】

燃料極 22 におけるガス拡散層 28 および空気極 24 におけるガス拡散層 32 は、供給される水素ガス又は空気を触媒層 26 および触媒層 30 に供給する機能をもつ。また発電反応により生じる電荷を外部回路に移動させる機能や、水や未反応ガスなどを外部に放出する機能をもつ。ガス拡散層 28 およびガス拡散層 32 は、電子伝導性を有する多孔体で構成されることが好ましく、例えばカーボンペーパーやカーボンクロスなどで構成される。

【0080】

本実施の形態の燃料電池 225 は以上の構成となっており、小型軽量化がはかられている。燃料は、供給側と排出側が流路に対し同じ側に形成されており、流路をまたぐことがないため、燃料電池 225 を、燃料供給用第 1 マニホールド 107 および燃料排出用第 1 マニホールド 109 を下方とし、冷却水供給用第 1 マニホールド 111 および冷却水排出用第 1 マニホールド 113 を上方として横に倒して置いた場合にも、燃料の通過経路内に凝縮水が堆積することが抑制され、燃料が効率よく循環する。これは、燃料極側セパレータ 101 が、凝縮水の排出効率の高い設計となっているためである。このように、燃料電池 225 は設置方向の自由度が高い構成となっている。

【0081】

一方、空気の供給量は燃料ガスに比べて多く、大きなマニホールドおよび供給口が必要とされる。そこで本実施の形態では、空気の供給を矩形の第 2 マニホールドの長辺から行うことにより、空気の供給量が確保される。また、この場合、燃料電池 225 全体におけるレイアウトを考えると、空気の供給を第 2 マニホールドの長辺側から行うためには、色々な方向からのガスの供給が可能な外部マニホールドを用いることが好ましい。また、また本実施の形態で用いられる各セパレータには上面シール部 137 が形成されているため、外部マニホールドを用いた際に、空気のセパレータ間の隙間からの漏出を抑制することができる。

【0082】

また空気は、突出部 163 から供給されるため、加湿空気を用いた際にも凝縮

水は突出部 163 の側方に流れ、流路への混入を抑制することができる。

【0083】

さらに、各セパレータにおいて、燃料、空気はノズル 141 を通じて供給されるため、流路内の凝縮水は速やかに効率よく流路外へと排出される。これらのことから、燃料電池 225 は高い出力を安定して発揮させることができる。また、凝縮水等の燃料電池 225 外への漏出も抑制され、安全性が高い。

【0084】

本実施の形態の燃料電池において、セル 50 の積層数に特に制限はないが、たとえば 100 セルの積層体とすることができる。

【0085】

以上、本発明を実施の形態に基づき説明した。これらの実施形態は例示であり、それらの各構成要素や各製造工程の組合せにいろいろな変形例が可能なこと、またそうした変形例も本発明の範囲にあることは当業者に理解されるところである。

【0086】

たとえば、上述の実施の形態においては、一のセル 50 あたり、一の冷却水流路 106 が設けられた構成としたが、燃料電池をさらに薄型化する必要がある場合、冷却効率の確保できる範囲内で、たとえば二のセル 50 あたり一の冷却水流路 106 を設ける等、積層形式の変更が可能である。

【0087】

また、燃料極側セパレータ 101 または空気極側セパレータ 147 において、シール材 133 またはシール材 151 を流路の周囲に設ける面は、前述の面とは異なる面、すなわち燃料流路 105 の形成された面や、平滑面とすることもできる。

【0088】

また、冷却水流路 106 は、燃料流路 105 の裏面に形成したが、空気流路 153 の裏面に形成してもよい。さらに、電圧測定端子挿入部 161 は空気極側セパレータ 147 に形成したが、燃料極側セパレータ 101 に形成してもよい。

【0089】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、燃料、空気、または冷却水が均等に効率よく供給される燃料電池用セパレータが実現される。また、本発明によれば、燃料または空気中の凝縮水を燃料電池の単位セル中から効率よく排除する燃料電池用セパレータが実現される。また、本発明によれば、耐食性に優れた燃料電池用セパレータが実現される。また、本発明によれば、出力特性および安定性にすぐれた燃料電池が実現される。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 実施の形態に係る燃料電池用セパレータの基板の構成を示す図である。

【図 2】 実施の形態に係る燃料極側セパレータの構成を示す図である。

【図 3】 実施の形態に係る燃料電池用セパレータの基板の構成を示す図である。

【図 4】 実施の形態に係る燃料電池用セパレータの構成を示す図である。

【図 5】 実施の形態に係るインシュレータおよびエンドプレートの構成を示す図である。

【図 6】 図 7 のセル積層体の構成を示す斜視図である。

【図 7】 実施の形態に係る燃料電池の構成を示す斜視図である。

【図 8】 セパレータに挟持されたセルの構成を示す図である。

【図 9】 図 1 の燃料電池用セパレータの構成を説明するための図である。

【図 10】 図 1 の燃料電池用セパレータに用いるノズルの構成を示す図である。

【図 11】 実施の形態に係る燃料電池用セパレータの製造方法を説明するための図である。

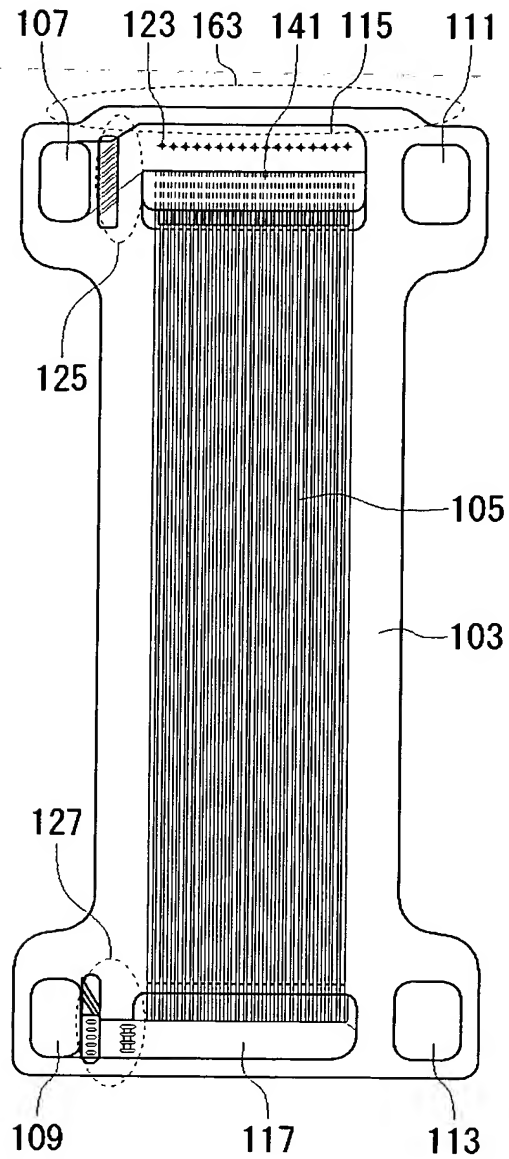
【符号の説明】

101 燃料極側セパレータ、 103 基板、 105 燃料流路、 106 冷却水流路、 107 燃料供給用第 1 マニホールド、 109 燃料排出用第 1 マニホールド、 111 冷却水供給用第 1 マニホールド、 113 冷却水排出用第 1 マニホールド、 115 燃料供給用第 2 マニホールド、 11

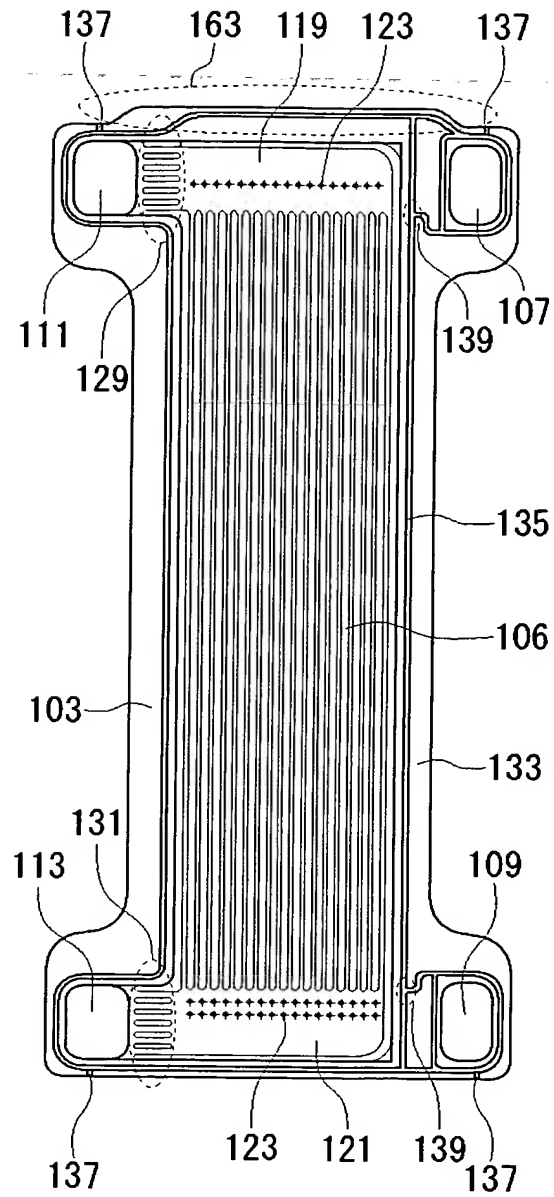
7 燃料排出用第2マニホールド、 119 冷却水供給用第2マニホールド、
121 冷却水排出用第2マニホールド、 123 突起、 125 燃料導
入流路、 127 燃料排出流路、 129 冷却水導入流路、 131 冷却
水排出流路、 133 シール材、 135 ビード、 137 上面シール部
、 139 突出部直交部、 141 ノズル、 143 金クラッド板、 1
45 SUS板、 147 空気極側セパレータ、 149 基板、 151
シール材、 153 空気流路、 155 空気供給用第2マニホールド、 1
57 空気排出用第2マニホールド、 159 空気導入流路、 161 電圧
測定端子挿入部、 163 突出部、 165 ビード、 167 空気供給用
第1マニホールド、 169 空気排出用第1マニホールド、 171 燃料極
側セパレータ、 201 インシュレータ、 203 基板、 205 ビード
、 207 集電板、 211 基板、 213 エンドプレート、 215
セル積層体、 217 タイプレート、 219 ナット、 221 タイロッ
ド、 223 ネジ部、 225 燃料電池、 261 金型、 263 セパ
レータ 301 基部、 303 突出片、 305 ノズル孔。

【書類名】 図面

【図 1】

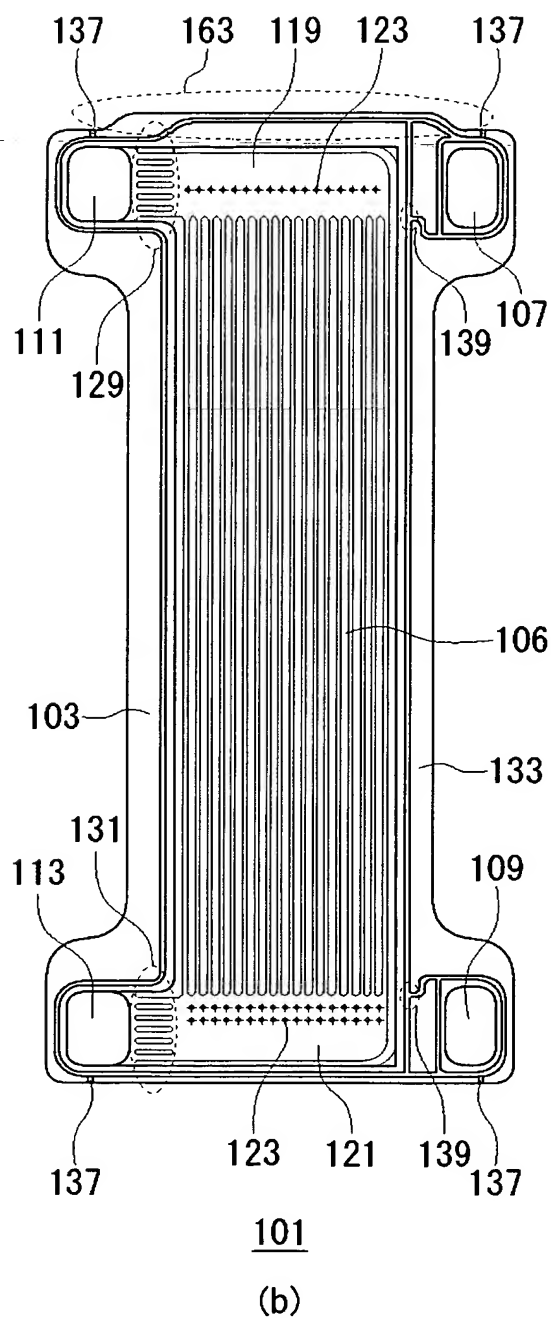
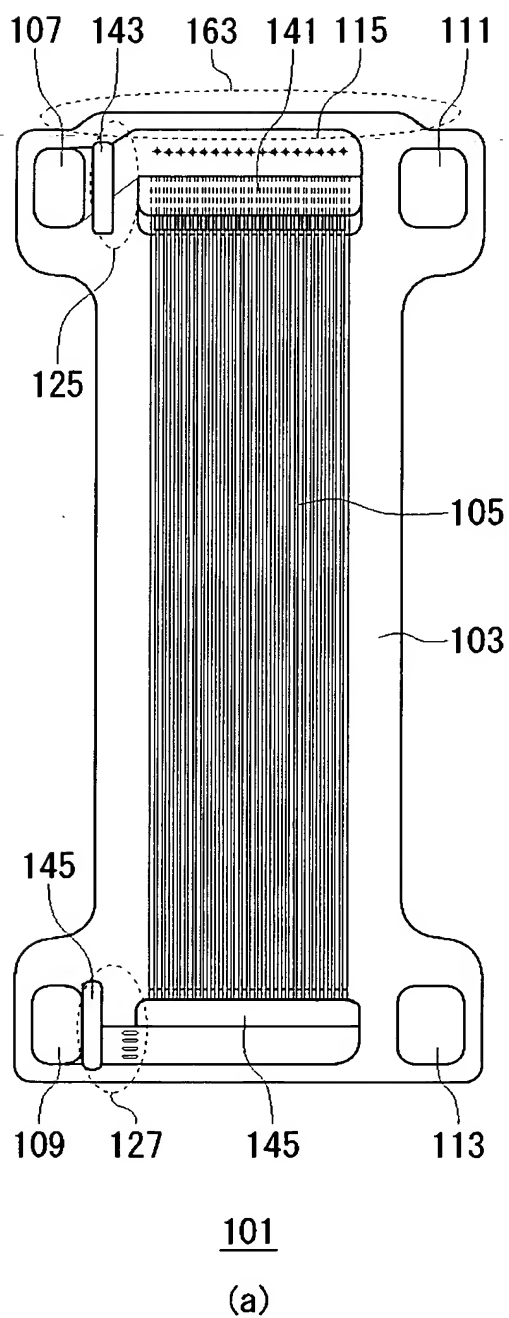


(a)

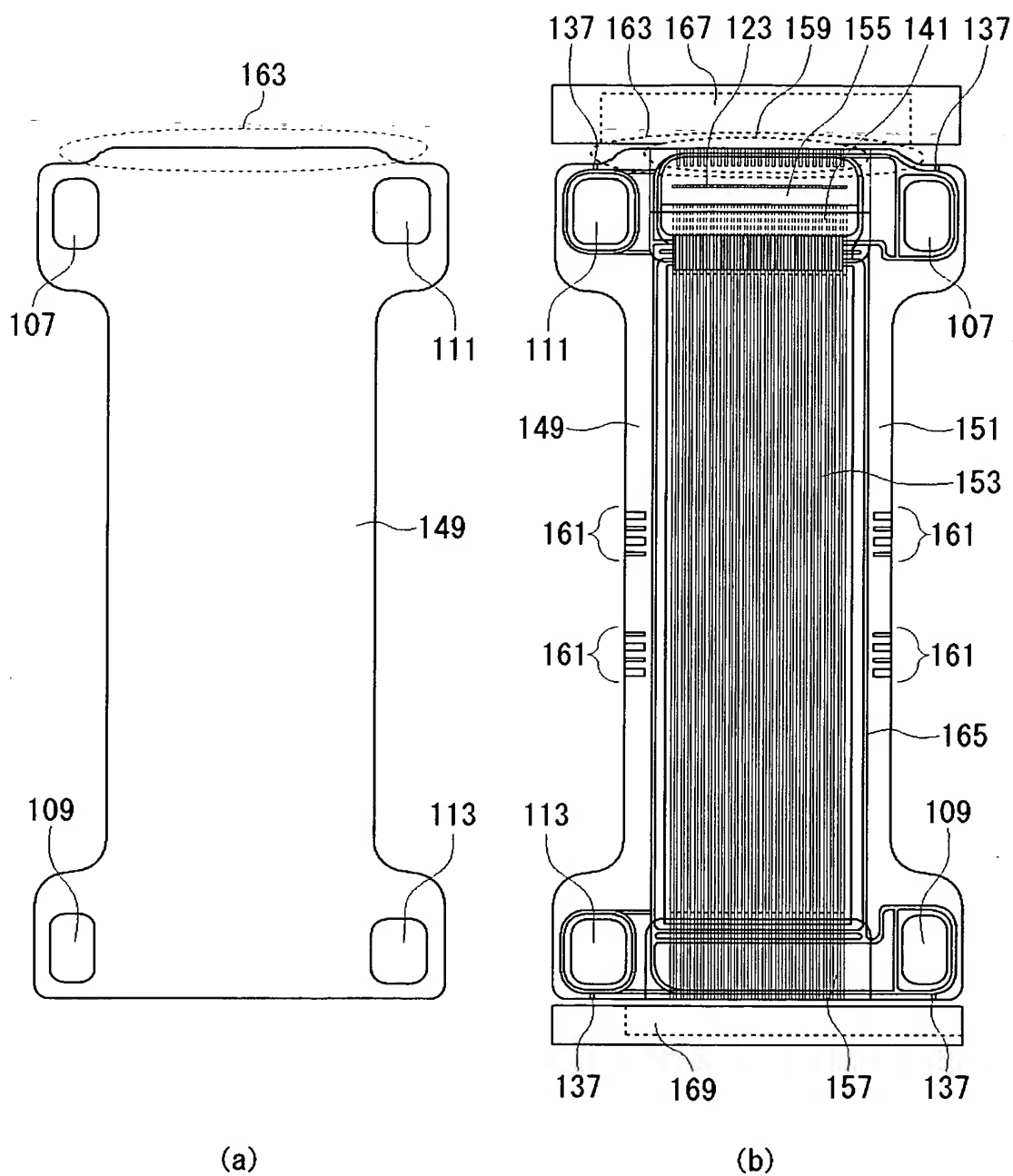


(b)

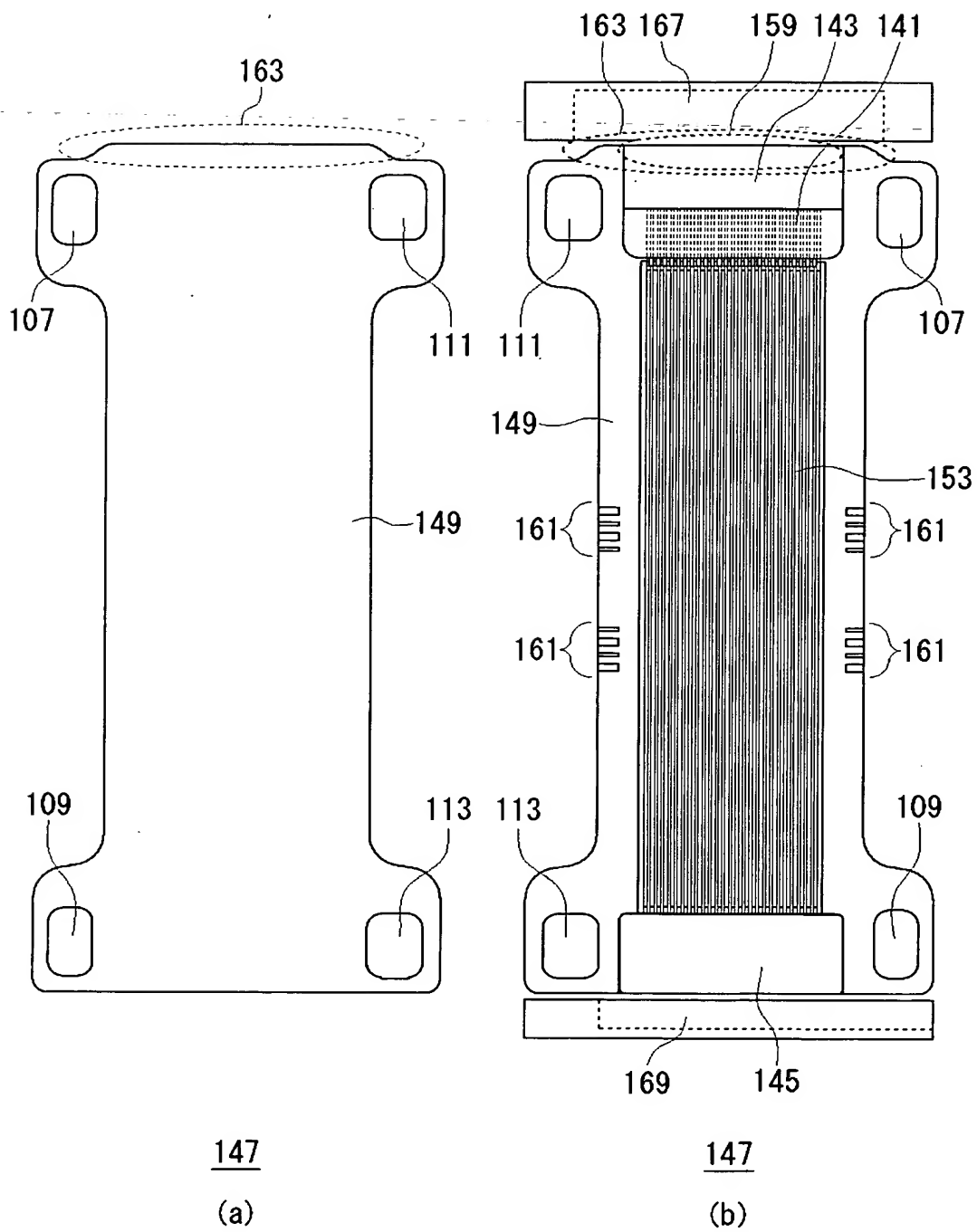
【図 2】



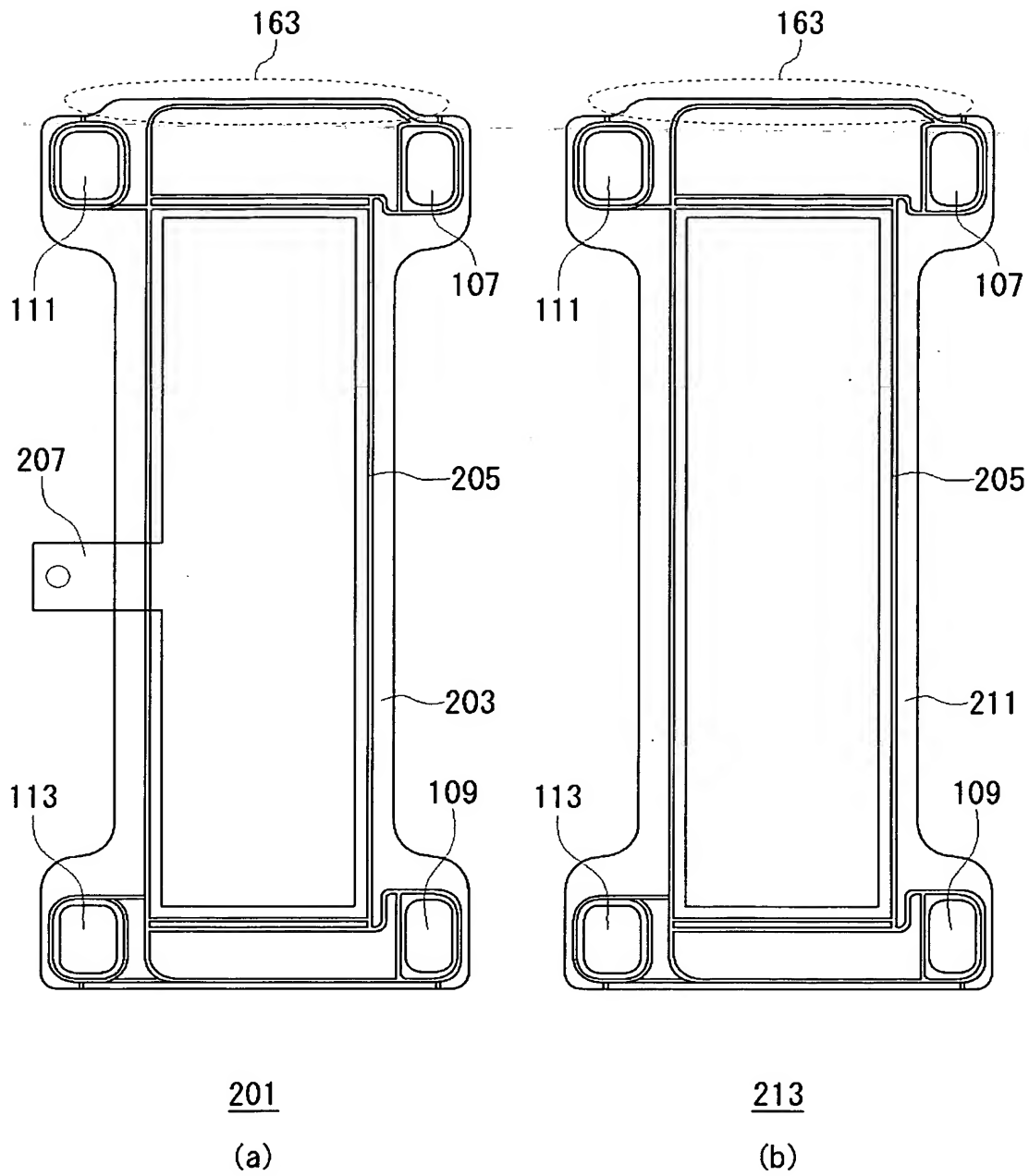
【図 3】



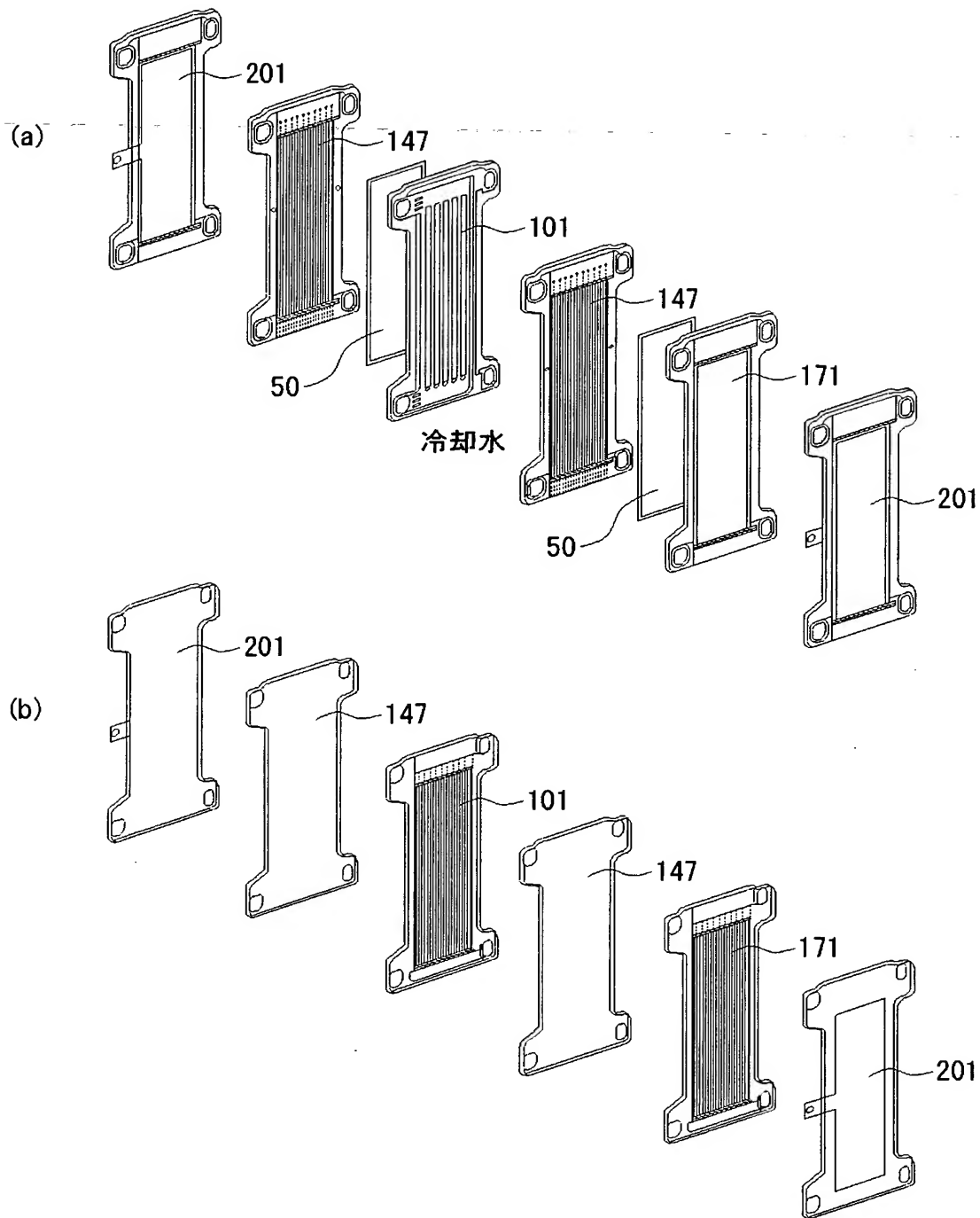
【図 4】



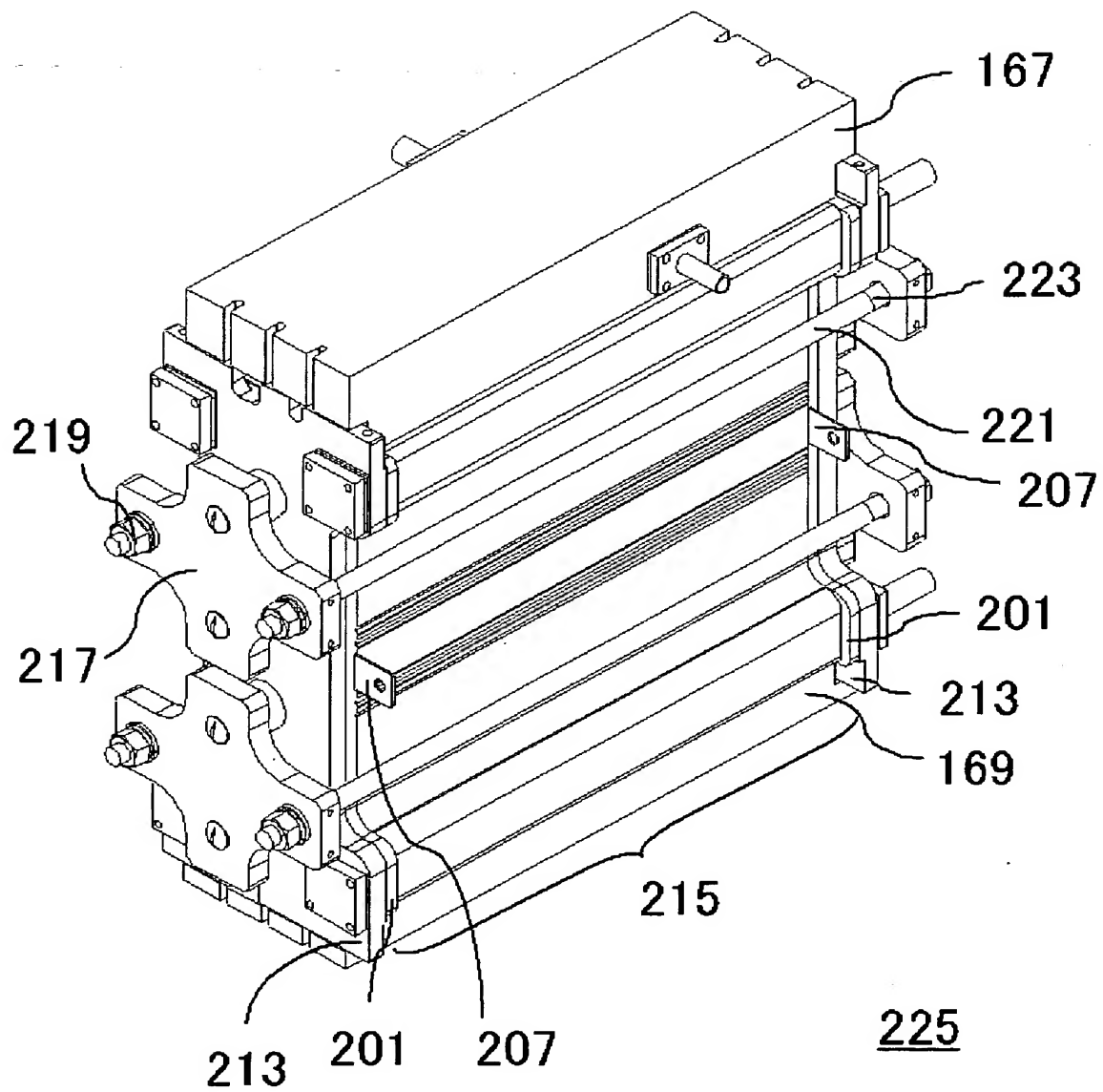
【図 5】



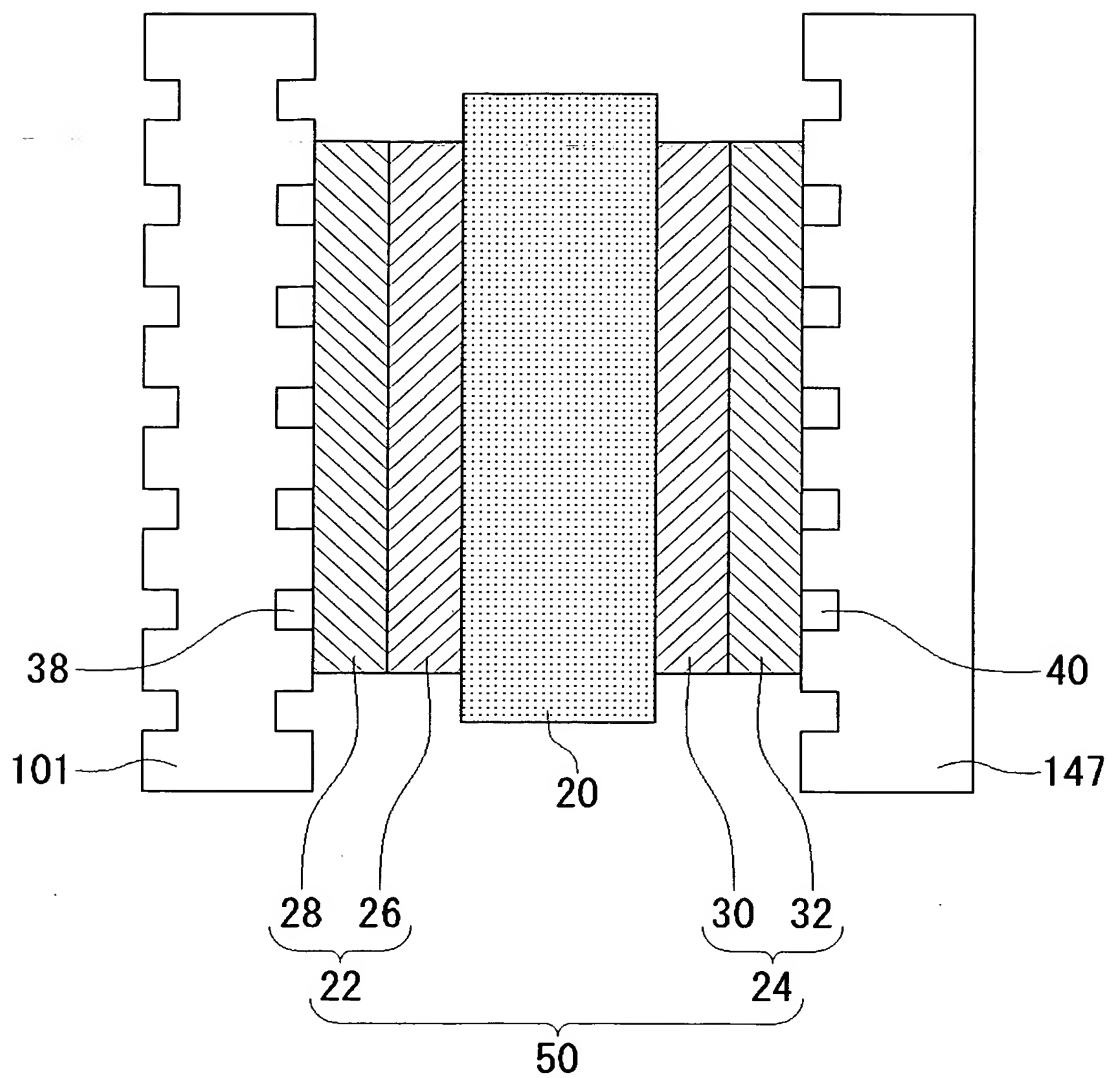
【図 6】



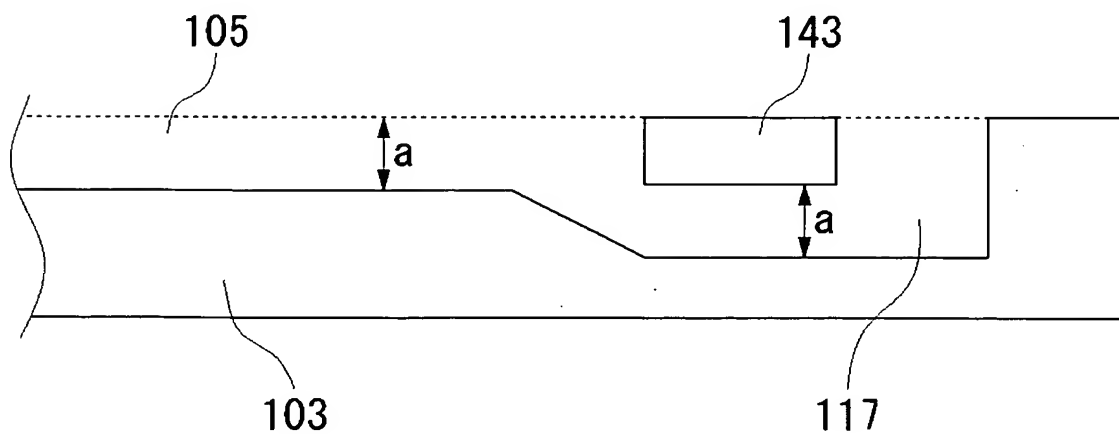
【図 7】



【図 8】

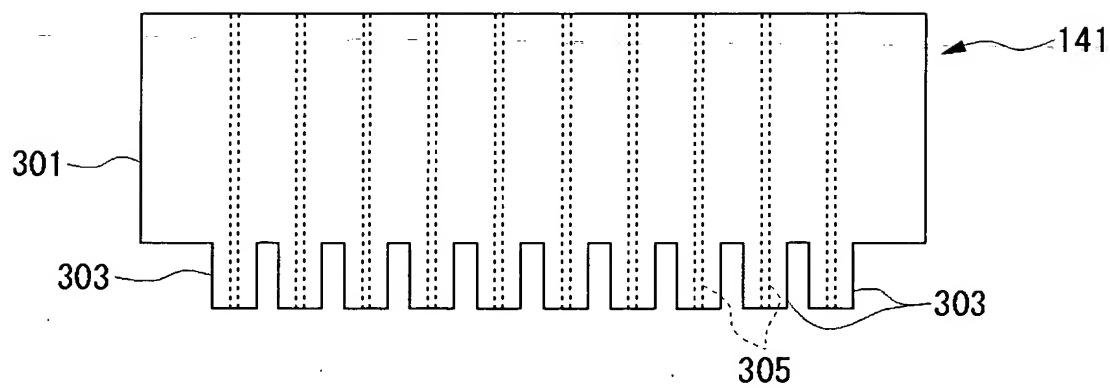


【図 9】

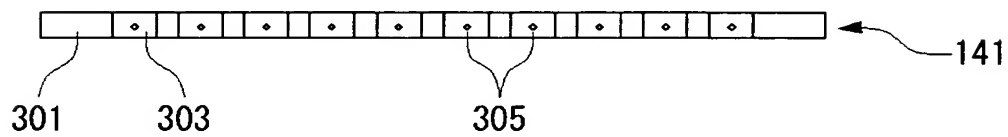


【図 10】

(a)

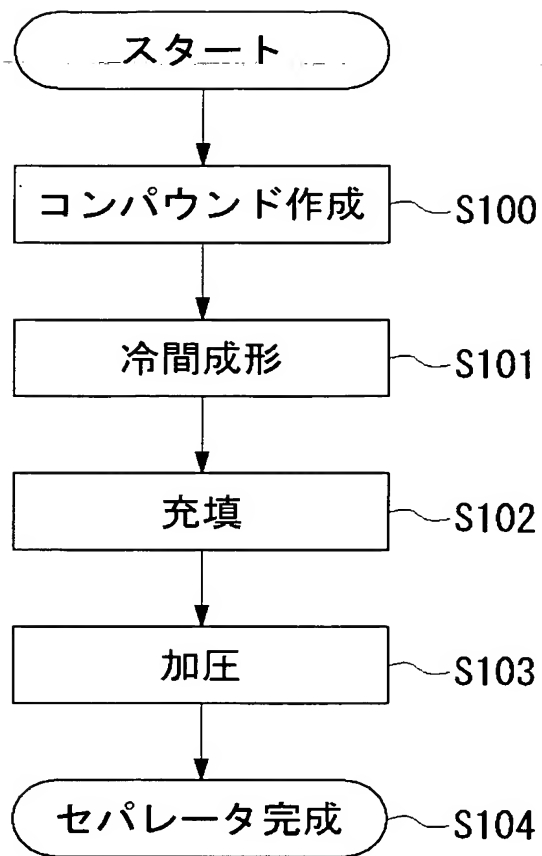


(b)

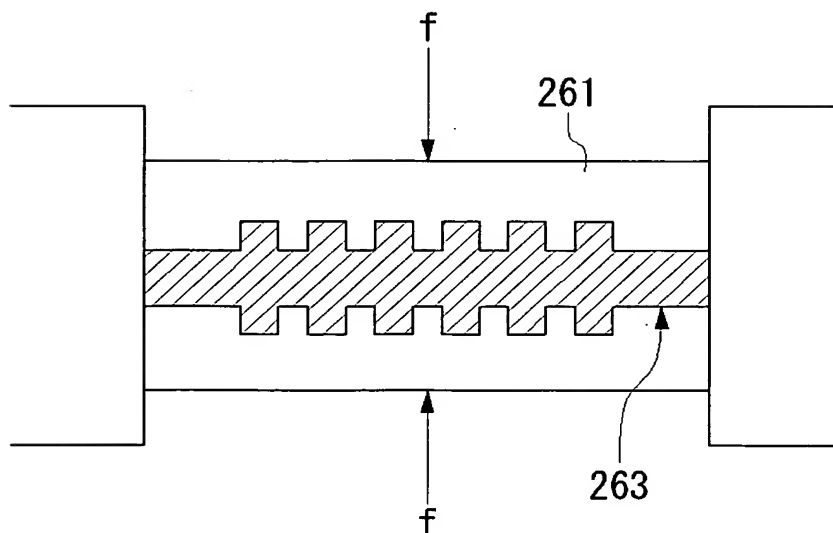


【図 11】

(a)



(b)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 燃料、空気、または冷却水が均等に効率よく供給される燃料電池用セパレータを提供する。

【解決手段】 一方の面に燃料流路 105 が形成され、他方の面に冷却水流路 106 が形成された燃料電池用セパレータにおいて、燃料流路 105 および冷却水流路 106 の形成領域を矩形とする。燃料ガスは、燃料供給用第 1 マニホールド 107 から燃料導入流路 125、燃料供給用第 2 マニホールド 115 を経由して燃料流路 105 に導入され、燃料排出用第 2 マニホールド 117 から燃料排出流路 127、燃料排出用第 1 マニホールド 109 を経由して電池外部に排出される。冷却水は、冷却水供給用第 1 マニホールド 111 から冷却水導入流路 129、冷却水供給用第 2 マニホールド 119 を経由して冷却水流路 106 に導入され、冷却水排出用第 2 マニホールド 121、冷却水排出流路 131、冷却水排出用第 1 マニホールド 113 を経由して電池外に排出される。

【選択図】 図 1

特願 2002-380099

出願人履歷情報

識別番号

[000001889]

1. 変更年月日

1993年10月20日

[変更理由]

住所変更

住 所

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号

氏 名

三洋電機株式会社